

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Исследование и проектирование автоматизированных гидравлических и пневматических систем, машин и агрегатов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Надежность и диагностика гидравлического оборудования и систем
управления**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черкасских С.Н.
	Идентификатор	R30c6e4c7-CherkassikhSN-c32255

(подпись)

С.Н.

Черкасских

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орахелашвили Б.М.
	Идентификатор	Rd5ae6c88-OrakelashvBM-6133e8

(подпись)

Б.М.

Орахелашвили

(расшифровка подписи)

Заведующий
выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков А.В.
	Идентификатор	R369593e9-VolkovAV-775a725f

(подпись)

А.В. Волков

(расшифровка подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способность использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности

ИД-1 Использует теоретические и экспериментальные методы научных исследований

2. ПК-2 Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии при проведении научно-исследовательских работ

ИД-1 Применяет современные достижения науки и передовые технологии (методы математического анализа и моделирования, кластерного и функционально-стоимостного анализа, теории рисков) на основе прикладных пакетов решения поисковых и оптимизационных задач при проведении научно-исследовательских работ

3. ПК-3 Способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности

ИД-1 Использует теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности повышенной эффективности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Критерии надежности (Тестирование)
2. Методы расчета надежности гидрооборудования и систем управления (Контрольная работа)
3. Обеспечение надежности гидрооборудования и систем управления (Тестирование)
4. Техническая диагностика гидрооборудования и систем управления (Тестирование)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Основные понятия теории надежности					
Основные понятия теории надежности		+			
Качественные и количественные характеристики надежности					

Качественные и количественные характеристики надежности	+	+		
Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления				
Расчет показателей надежности гидравлического оборудования и систем управления		+		
Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности				
Организация работ по обеспечению заданного уровня надежности			+	
Эксплуатация гидравлического оборудования и систем управления				
Эксплуатация гидравлического оборудования и систем управления			+	
Техническая диагностика гидрооборудования				
Техническая диагностика гидрооборудования				+
Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления				
Статистические методы диагностики гидравлического оборудования и систем управления				+
Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования				
Применение современных методов диагностики для оценки состояния гидрооборудования				+
Вес КМ:	20	25	25	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Ознакомление с заданием на работу, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и исходными данными курсового проекта		+			+
Оценка показателей надежности гидрооборудования с использованием теории вероятности и статистики		+			+
Анализ влияния различных факторов на надежность гидрооборудования			+		+
Использование методов описательной статистики при анализе надежности гидрооборудования			+		+
Использование регрессионного анализа при диагностировании гидрооборудования					+
Диагностирование гидросистем методом Байеса				+	+
Использование последовательного анализа при диагностировании гидрооборудования					+
Вес КМ:		20	25	25	30

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 _{ПК-1} Использует теоретические и экспериментальные методы научных исследований	Знать: основные подходы к обеспечению надежности современного гидравлического оборудования и систем управления основные факторы, приводящие к отказам и критерии надежности	Критерии надежности (Тестирование) Обеспечение надежности гидрооборудования и систем управления (Тестирование)
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Применяет современные достижения науки и передовые технологии (методы математического анализа и моделирования, кластерного и функционально-стоимостного анализа, теории рисков) на основе прикладных пакетов решения поисковых и оптимизационных задач при проведении научно-исследовательских работ	Уметь: применять современные методы определения технического состояния гидравлического оборудования и систем управления	Техническая диагностика гидрооборудования и систем управления (Тестирование)

ПК-3	ИД-1 _{ПК-3} Использует теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности повышенной эффективности	Уметь: рассчитывать показатели надежности современного гидравлического оборудования и систем управления на различных этапах реализации проектов	Методы расчета надежности гидрооборудования и систем управления (Контрольная работа)
------	--	--	---

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Критерии надежности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность контроля составляет 20 мин. Работы выполняются индивидуально по вариантам заданий

Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знания основных критериев надежности гидрооборудования

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные факторы, приводящие к отказам и критерии надежности	1. К какому свойству надежности относится показатель интенсивности отказов • долговечность, • безотказность, • сохраняемость, • ремонтпригодность 2. Что характеризует вероятность безотказной работы объекта: • вероятность того, что в пределах заданной наработки наступит отказ; • вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ не наступит; • математическое ожидание наработки до первого отказа; • математическое ожидание наработки между отказами?
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. Методы расчета надежности гидрооборудования и систем управления

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность контроля составляет 45 мин. Работы выполняются индивидуально по вариантам заданий

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку умений применения современных методов расчета надежности гидрооборудования

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать показатели надежности современного гидравлического оборудования и систем управления на различных этапах реализации проектов	1. Для вновь разрабатываемой гидросистемы предполагается использование элементов с интенсивностью отказов 10^{-5} 1/ч. Общая сложность системы оценивается в 40 элементов. Требуемая средняя наработка системы до первого отказа составляет 2000 ч. Необходимо при обсуждении проекта технического задания на новую систему выяснить, насколько реально выполнимы предъявляемые требования без использования специальных способов повышения надежности 2. На испытание поставлено 1000 однотипных шестеренных насосов. За первые 3000 часов отказали 80 насосов. За интервал времени 3000-4000 ч отказало еще 10 насосов. Определить частоту и интенсивность отказов насосов в промежутке 3000-4000 ч, вероятность безотказной работы и отказа за первые 3000 ч и за 4000 ч. Дать оценку полученных результатов
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. Обеспечение надежности гидрооборудования и систем управления

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность контроля составляет 20 мин. Работы выполняются индивидуально по вариантам заданий

Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку знаний в области путей обеспечения надежности гидрооборудования и систем управления

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные подходы к обеспечению надежности современного гидравлического оборудования и систем управления	1. Что такое кратность резервирования? 2. Восстанавливаемое гидрооборудование • допускает прекращение функционирования; • допускает ремонт; • хорошо приспособлено к проведению операций по техническому обслуживанию и ремонту; • допускает восстановление
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. Техническая диагностика гидрооборудования и систем управления

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Продолжительность контроля составляет 45 мин. Работы выполняются индивидуально по вариантам заданий

Краткое содержание задания:

Тест ориентирован на проверку умений применения современных методов диагностики гидрооборудования

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять современные методы определения технического состояния гидравлического оборудования и	1. При диагностике гидромашин по объемному КПД используются (выбрать несколько вариантов) • последовательная схема; • параллельная схема;
---	---

систем управления	• байпасная схема; • Т-схема; • У-схема; • Х-схема 2.Диагностический признак, имеющий два разряда называется ...
-------------------	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Показатели долговечности гидрооборудования.
2. Расчет показателей надежности методами структурных схем.
3. *Задача.* Гидросистема состоит из 55 элементов и включает 3 насоса со средней интенсивностью отказов $3 \cdot 10^{-5}$ 1/ч, 6 гидроцилиндров со средней интенсивностью отказов $5 \cdot 10^{-5}$ 1/ч, 2 гидромотора со средней интенсивностью отказов $2 \cdot 10^{-5}$ 1/ч, 20 гидрораспределителей со средней интенсивностью отказов $4 \cdot 10^{-5}$ 1/ч и 24 клапана со средней интенсивностью отказов $1 \cdot 10^{-5}$ 1/ч. С помощью прикидочного расчета надежности определить вероятность безотказной работы гидросистемы в течение 500 ч и среднюю наработку системы до первого отказа.

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на выполнение зачетного задания – 60 минут

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-1 Использует теоретические и экспериментальные методы научных исследований

Вопросы, задания

1. Понятие восстанавливаемости и ремонтпригодности гидрооборудования. Выбор показателей надежности для восстанавливаемого и невосстанавливаемого гидрооборудования
2. Основные факторы, влияющие на надежность гидрооборудования. Методы их оценки
3. Классификация отказов гидрооборудования

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой вид отказов представляет собой коррозионное повреждение деталей гидрооборудования:
 - внезапный;
 - постепенный;
 - постепенный по развитию и внезапный по проявлению;
 - приработочный?

Ответы:

- внезапный;
- постепенный;
- постепенный по развитию и внезапный по проявлению;
- приработочный?

Верный ответ: постепенный;

2. Что называется сроком службы:

- календарная продолжительность эксплуатации от ее начала или возобновления после ремонта до наступления предельного состояния;

- календарная наработка до предельного состояния;
- стадия жизненного цикла, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество?

Ответы:

- календарная продолжительность эксплуатации от ее начала или возобновления после ремонта до наступления предельного состояния;
- календарная наработка до предельного состояния;
- стадия жизненного цикла, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество?

Верный ответ: календарная продолжительность эксплуатации от ее начала или возобновления после ремонта до наступления предельного состояния;

3. Восстанавливаемое гидрооборудование

- допускает прекращение функционирования;
- допускает ремонт;
- хорошо приспособлено к проведению операций по техническому обслуживанию и ремонту;
- допускает восстановление.

Ответы:

- допускает прекращение функционирования;
- допускает ремонт;
- хорошо приспособлено к проведению операций по техническому обслуживанию и ремонту;
- допускает восстановление.

Верный ответ: допускает прекращение функционирования;

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} Применяет современные достижения науки и передовые технологии (методы математического анализа и моделирования, кластерного и функционально-стоимостного анализа, теории рисков) на основе прикладных пакетов решения поисковых и оптимизационных задач при проведении научно-исследовательских работ

Вопросы, задания

1. Требования, предъявляемые к диагностическим параметрам. Оценка диагностических параметров по критериям информативности, измеримости, чувствительности, разделительной способности
2. Классификация диагностических систем. Тестовое и функциональное диагностирование. Прямые и косвенные методы диагностирования
3. Диагностические модели гидрооборудования. Требования, предъявляемые к диагностическим моделям
4. Термодинамические методы диагностики. Применяемые схемы диагностики

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Предельное значение концентрации загрязнений при диагностике гидросистем по состоянию рабочей жидкости может быть определено
 - методом Байеса;
 - методом последовательного анализа;
 - методами статистических решений;
 - методами дискриминантного анализа.

Ответы:

- методом Байеса;
- методом последовательного анализа;
- методами статистических решений;
- методами дискриминантного анализа.

Верный ответ: методами статистических решений;

2. Диагностический признак, имеющий два разряда называется ...

Верный ответ: простым

3. Использование нагрузочного дросселя при диагностике гидромашин термодинамическими методами позволяет

- уменьшить число контролируемых параметров;
- устранить неопределенность с теплофизическими параметрами рабочей жидкости;
- снизить стоимость контроля.

Ответы:

- уменьшить число контролируемых параметров;
- устранить неопределенность с теплофизическими параметрами рабочей жидкости;
- снизить стоимость контроля.

Верный ответ: устранить неопределенность с теплофизическими параметрами рабочей жидкости;

4. Пьезоэлектрические вибропреобразователи фиксируют

- вибросмещение;
- виброскорость;
- виброускорение.

Ответы:

- вибросмещение;
- виброскорость;
- виброускорение.

Верный ответ: виброускорение

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-3} Использует теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках при проектировании объектов профессиональной деятельности повышенной эффективности

Вопросы, задания

1. Классификация показателей надежности гидрооборудования. Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости
2. Обработка статистических данных по отказам гидрооборудования. Методы описательной статистики
3. Расчет показателей надежности гидрооборудования методом структурных схем

Материалы для проверки остаточных знаний

1. К какому свойству надежности относится показатель интенсивности отказов
 - долговечность,
 - безотказность,
 - сохраняемость,
 - ремонтпригодность

Ответы:

- долговечность,
- безотказность,
- сохраняемость,
- ремонтпригодность

Верный ответ: безотказность

2. Что характеризует вероятность безотказной работы объекта:

- вероятность того, что в пределах заданной наработки наступит отказ;
- вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ не наступит;
- математическое ожидание наработки до первого отказа;
- математическое ожидание наработки между отказами?

Ответы:

- вероятность того, что в пределах заданной наработки наступит отказ;
- вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ не наступит;
- математическое ожидание наработки до первого отказа;
- математическое ожидание наработки между отказами?

Верный ответ: вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ не наступит

3. Как соединены элементы в технической системе, вероятность безотказной работы которой $P(t)$ выражается формулой $P(t) = P_1(t) * P_2(t) * \dots * P_n(t)$

- параллельно,
- последовательно,
- параллельно-последовательно.

Ответы:

- параллельно,
- последовательно,
- параллельно-последовательно.

Верный ответ: последовательно

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Для курсового проекта/работы:

3 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Представление курсовой работы с ответами на вопросы

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.